

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-329681

(43)公開日 平成10年(1998)12月15日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

B 6 0 T 8/00

B 6 0 T 8/00

Z

B 6 0 L 7/24

B 6 0 L 7/24

D

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平9-147638

(22)出願日 平成9年(1997)6月5日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 川畑 文昭

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

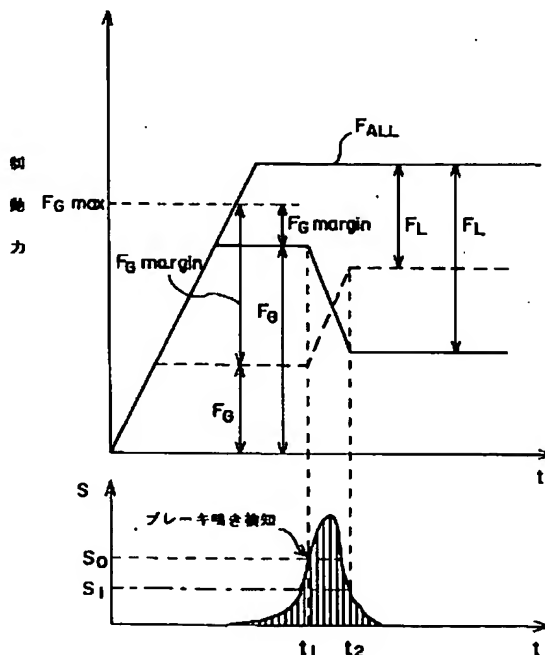
(74)代理人 弁理士 伊東 忠彦

(54)【発明の名称】 制動力制御装置

(57)【要約】

【課題】 本発明は、油圧制動手段と回生制動手段とを備える制動力制御装置に関し、総制動力を所要の大きさに確保しつつブレーキ鳴きを防止することを目的とする。

【解決手段】 ブレーキ鳴き検知信号Sが所定値 $S_0$ を上回ると(時刻 $t_1$ )、油圧制動力 $F_L$ が変化されることで、ブレーキ鳴きの発生が防止されると共に、油圧制動力 $F_L$ の変化を補償するように回生制動力 $F_G$ が変化されることで、総制動力 $F_{ALL}$ は一定に保持される。時刻 $t_1$ において、回生余裕 $F_{Gmargin}$ が所定値 $F_0$ より小さく、回生制動力 $F_G$ を十分に増加させることができない場合には、油圧制動力 $F_L$ は増加される。従って、かかる場合にも、油圧制動力 $F_L$ の変化は回生制動力 $F_G$ によって確実に補償される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 油圧制動力を発生する油圧制動手段と、回生制動力を発生する回生制動手段とを備える制動力制御装置において、前記油圧制動手段のブレーキ鳴きを検知するブレーキ鳴き検知手段と、前記回生制動手段が発生し得る最大回生制動力から、ブレーキ鳴きを検知された際に発生されている回生制動力を減ずることにより回生余裕を求める回生余裕算出手段と、ブレーキ鳴きを検知された際、前記回生余裕が所定値未満である場合には、油圧制動力を増加させると共にその増加分に応じて回生制動力を減少させ、前記回生余裕が前記所定値以上である場合には、油圧制動力を減少させると共にその減少分に応じて回生制動力を増加させるブレーキ鳴き防止手段と、を備えることを特徴とする制動力制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回生制動手段と油圧制動手段とを備える制動力制御装置に係り、特に、油圧制動手段のブレーキ鳴きを防止するのに好適な制動力制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、車両用制動装置として油圧制動装置が広く用いられている。油圧制動装置は、車輪と共に回転するロータに摩擦部材をブレーキ油圧によって押圧することにより油圧制動力を発生させる。油圧制動装置において、制動力発生時に、ロータと摩擦部材との摩擦振動に起因する高い周波数の不快な異音、すなわち、ブレーキ鳴きが発生することがある。かかるブレーキ鳴きの発生を防止することが可能な制動力制御装置として、従来より、例えば特開昭62-122856号に開示される構成が公知である。

【0003】上記従来の制動力制御装置は、油圧制動装置である主制動手段とは別に、副制動手段を備えている。主制動手段にブレーキ鳴きを検知された場合には、主制動手段の発生する制動力（以下、主制動力と称する）が減少されると共に、その減少分だけ副制動手段が発生する制動力（以下、副制動力と称する）が増加される。一般に、ブレーキ鳴きは、油圧制動力が特定の領域内にある場合に生じ易い。従って、上記従来の制動力制御装置によれば、ブレーキ鳴きを検知された場合に、主制動力が減少され、上記特定の領域から外れることで、ブレーキ鳴きの発生が防止される。また、主制動力の減少分だけ副制動力が増加されることで、主制動力と副制動力との和、すなわち、総制動力は一定に保持される。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の制動力制御装置において、副制動手段として油圧制動装置を用いる

と、副制動力を増加させた場合に、副制動手段にブレーキ鳴きが発生する可能性がある。従って、上記従来の装置において、ブレーキ鳴きの発生を確実に防止するためには、副制動手段として油圧制動装置以外の制動装置を用いることが望ましい。

【0005】例えば電気自動車においては、油圧制動装置以外の制動装置として、回生制動装置が一般に用いられる。回生制動装置は、モータ駆動輪の回転により発生する回生エネルギーをバッテリーに充電電流として供給することにより、回生制動力を発生するものである。従って、回生制動装置が発生し得る最大回生制動力は、バッテリーが受け入れることが可能な回生エネルギーの最大量により制限される。

【0006】このため、上記従来の装置において、副制動手段として回生制動装置を採用した場合、最大回生制動力に近い回生制動力が発生されている状況下では、副制動力を十分に増加させることはできない。かかる状況下で主制動手段にブレーキ鳴きが発生すると、ブレーキ鳴きを防止するために主制動力を減少させても、その減少分だけ副制動力を増加させることができない場合がある。この場合、総制動力を所要の大きさに確保することができなくなってしまう。

【0007】本発明は、上述の点に鑑みてなされたものであり、油圧制動手段と回生制動手段とを備える制動力制御装置において、総制動力を所要の大きさに確保しつつ、ブレーキ鳴きの発生を防止することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記の目的は、請求項1に記載する如く、油圧制動力を発生する油圧制動手段と、回生制動力を発生する回生制動手段とを備える制動力制御装置において、前記油圧制動手段のブレーキ鳴きを検知するブレーキ鳴き検知手段と、前記回生制動手段が発生し得る最大回生制動力から、ブレーキ鳴きを検知された際に発生されている回生制動力を減ずることにより回生余裕を求める回生余裕算出手段と、ブレーキ鳴きを検知された際、前記回生余裕が所定値未満である場合には、油圧制動力を増加させると共にその増加分に応じて回生制動力を減少させ、前記回生余裕が前記所定値以上である場合には、油圧制動力を減少させると共にその減少分に応じて回生制動力を増加させるブレーキ鳴き防止手段と、を備える制動力制御装置により達成される。

【0009】本発明において、ブレーキ鳴き防止手段は、ブレーキ鳴きを検知された際、油圧制動力を増加又は減少させる。一般に、ブレーキ鳴きは、油圧制動力の特定の領域で発生する。従って、ブレーキ鳴きを検知された場合に、油圧制動力が増加又は減少されることで、ブレーキ鳴きの発生が防止される。また、油圧制動力の増加分又は減少分だけ回生制動力が減少又は増加されることで、油圧制動力と回生制動力との和、すなわち、総制動力は一定に保持される。ところで、回生余裕が所定

値未満の場合、回生制動力を十分に増加させることはできない。これに対して、本発明によれば、回生余裕が所定値未満の場合には、油圧制動力が増加されると共に、回生制動力が減少される。従って、油圧制動力が変化された場合に、総制動力は確実に一定に保持される。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】図1は本発明の一実施例である制動力制御装置のシステム構成図を示す。本実施例の制動力制御装置は、制動制御用電子制御ユニット12（以下、ブレーキECU12と称する）を備えている。ブレーキECU12には、駆動・回生装置14が接続されている。

【0011】駆動・回生装置14は、駆動モータを備えている。本実施例のシステムにおいて、左右前輪FL、FRが駆動輪、左右後輪RR、RLが非駆動輪とされている。図1には、駆動輪である左右前輪FL、FRのみを示している。左右前輪FL、FRには、それぞれ、ドライブシャフト20、21及び図示しないギヤ機構を介して駆動モータのロータが連結されている。従って、左右前輪FL、FRには、それぞれ、ドライブシャフト20、21を介して駆動モータの発する駆動力が伝達される。

【0012】駆動モータにはバッテリー24が接続されている。駆動モータは、バッテリー24から供給される電力に応じた駆動トルクを発生すると共に、左右前輪FL、FRから入力されるトルクを動力源として回生エネルギーを発生する機能を備えている。駆動モータの内部には、所定強度の磁場を発生させる磁場発生機構、及び、その磁場を横切って回転するコイルが内蔵されている。磁場発生機構によって発生される磁場は、ブレーキECU12から供給される指令信号に応じて変化する。また、磁場とコイルとは車輪が回転する際に相対的に回転する。

【0013】駆動モータの発生する回生エネルギーの大きさは、磁場発生機構により発生される磁場の強さ、及び、磁場とコイルとの相対的な回転速度、すなわち、左右前輪FL、FRの車輪速に応じた値となる。従って、回生エネルギーの大きさは、ブレーキECU12から供給される指令信号の値に応じて変化する。駆動モータが回生エネルギーを発生する場合、左右前輪FL、FRには、その回転を制動しようとする回生トルクが作用する。すなわち、駆動モータが発生する回生トルクは、左右前輪FL、FRに対して制動力として作用する。以下、回生トルクにより発生される制動力を、回生制動力 $F_g$ と称する。

【0014】駆動モータが発生する回生エネルギーは、バッテリー24に対して充電電流として供給される。従って、大きな回生トルクが発生されるほど、バッテリー24は大きな充電電流で充電される。バッテリー24が受け入れることが可能な回生エネルギーの上限は、バッテリー2

4の充電状態等の諸条件によって制限される。従って、回生制動力 $F_g$ の上限は、回生エネルギーの上限に応じた大きさに制限される。以下、回生制動力 $F_g$ の上限値を最大回生制動力 $F_{gmax}$ と称する。

【0015】本実施例の制動力制御装置は、また、油圧制御機構32を備えている。油圧制御機構32はマスタシリンダ34を備えている。マスタシリンダ34にはブレーキペダル36が連結されている。マスタシリンダ34にはブレーキペダル36に付与される操作量に応じた油圧（以下、マスタシリンダ圧と称する）が発生する。マスタシリンダ34には油圧アクチュエータ38が接続されている。油圧アクチュエータ38はブレーキECU12に接続されており、ブレーキECU12から付与される指令信号に応じたブレーキ油圧を発生させる。油圧アクチュエータ38には、各車輪のホイルシリンダが連通している。従って、各ホイルシリンダには、油圧アクチュエータ38が発生するブレーキ油圧に応じた油圧が供給される。

【0016】ホイルシリンダはその油圧に応じた力でキャリパ40、41を駆動する。キャリパ40、41が駆動されると、キャリパ40、41に装着されたブレーキパッドが、ホイルシリンダの油圧に応じた力でブレーキロータ42、43の制動面に向けてホイルシリンダの油圧に応じた力で押圧される。従って、ブレーキECU12から油圧制御機構32に付与される指令信号に応じた大きさの制動力が各車輪に付与される。以下、油圧制御機構32が発生する制動力を、油圧制動力 $F_L$ と称する。

【0017】キャリパ40、41には、加速度センサ44、45が装着されている。加速度センサ44、45の出力信号はブレーキECU12へ供給されている。ブレーキECU12は加速度センサ44、45の出力信号に基づいて、キャリパ40、41の振動を検出する。上述の如く、本実施例のシステムにおいて、左右車輪FL、FRには、駆動・回生装置14が発生する回生制動力 $F_g$ と、油圧制御機構32が発生する油圧制動力 $F_L$ との双方が付与される。また、左右後輪RL、RRには、油圧制動力 $F_L$ のみが付与される。なお、以下、回生制動力 $F_g$ と油圧制動力 $F_L$ との和を総制動力 $F_{ALL}$ と称する。

【0018】油圧アクチュエータ38は、マスタシリンダ圧を検出するマスタ圧センサを備えている。油圧アクチュエータ38が備えるマスタ圧センサの出力信号は、ブレーキECU12に供給されている。ブレーキECU12は、マスタ圧センサの出力信号に基づいて、車両において発生されるべき制動力、すなわち、要求制動力 $F_{REQ}$ を演算する。そして、ブレーキECU12は、要求制動力 $F_{REQ}$ を回生制動力 $F_g$ と油圧制動力 $F_L$ とに適宜配分し、所要の回生制動力 $F_g$ 及び油圧制動力 $F_L$ とが発生されるように、駆動・回生装置14及び油圧制御

機構32に供給する駆動信号を制御する。

【0019】次に、図2を参照して、油圧制御機構32の構成を説明する。図2は、油圧制御機構32の構成図である。図2に示す如く、油圧制御機構32は、ポンプ46を備えている。ポンプ46はモータ48により駆動される。ポンプ46の吸入口にはリザーバタンク50が連通している。また、ポンプ46の吐出口はレギュレータ52へ至る高圧通路54が連通している。高圧通路54にはアキュムレータ56が連通している。アキュムレータ56は、ポンプ46から吐出されたブレーキフルードを貯留する。

【0020】レギュレータ52には主油圧通路58が連通している。レギュレータ52は、高圧通路54から供給されるアキュムレータ56の油圧を、所定のレギュレータ圧 $P_{RE}$ に減圧して主油圧通路58に出力する。主油圧通路58には、レギュレータ圧 $P_{RE}$ を検出する油圧センサ60、及び、増圧制御バルブ62が配設されている。油圧センサ60の出力信号はブレーキECU12に供給されている。ブレーキECU12は、油圧センサ60の出力信号に基づいてレギュレータ圧 $P_{RE}$ を検出す

る。

【0021】増圧制御バルブ62は、主油圧通路58の導通状態を変化させるリニア制御バルブである。増圧制御バルブ62は、ECU12から供給される駆動信号に応じてその開度を変化させる。主油圧通路58には、増圧制御バルブ62と並列に、増圧制御バルブ62の下流側からレギュレータ52側へ向かう流体の流れのみを許容する逆止弁64が配設されている。

【0022】主油圧通路58の、増圧制御バルブ62の下流側には、補助リザーバタンク66へ至る減圧通路68が連通している。減圧通路68には減圧制御バルブ70が配設されている。減圧制御バルブ70は、減圧通路68の導通状態を制御するリニア制御バルブである。減圧制御バルブ70は、ブレーキECU12から供給される駆動信号に応じてその開度を変化させる。減圧通路68には、減圧制御バルブ70と並列に、補助リザーバタンク66側から主油圧通路58側へ向かう流体の流れのみを許容する逆止弁72が配設されている。

【0023】主油圧通路58は、増圧制御バルブ62の下流側において、後輪RL、RR側のホイルシリンダ74、76へ至る後輪側油圧通路78に連通している。後輪側油圧通路78には、後輪側油圧通路78内部の油圧、すなわち、後輪側ブレーキ油圧 $P_R$ を検出する油圧センサ80が配設されている。油圧センサ80の出力信号はブレーキECU12に供給されている。ブレーキECU12は、油圧センサ80の出力信号に基づいて後輪側ブレーキ油圧 $P_R$ を検出すると共に、上記増圧制御バルブ62及び減圧制御バルブ70へ供給する駆動信号を変化させることにより後輪側ブレーキ油圧 $P_R$ を制御する。

【0024】後輪側油圧通路78には、上流側から順に、後輪側保持バルブ82及びプロポーションバルブ84が配設されている。後輪側保持バルブ82は常開の電磁開閉バルブであり、ブレーキECU12からオン信号を付与されることにより閉弁状態となる。プロポーションバルブ84は、後輪側油圧通路78から供給された油圧が所定値以下である場合には、その油圧をそのままホイルシリンダ74、76へ供給する一方、後輪側油圧通路78から供給された油圧が所定値を越えた場合には、その油圧を所定の比率で減圧してホイルシリンダ74、76へ供給する。

【0025】後輪側油圧通路78の後輪側保持バルブ82とプロポーションバルブ84との間の部位には、リザーバタンク50へ至る後輪側減圧通路86が連通している。後輪側減圧通路86には後輪側減圧バルブ88が配設されている。後輪側減圧バルブ88は常閉の電磁開閉バルブであり、ブレーキECU12からオン信号を付与されることにより開弁状態となる。

【0026】後輪側油圧通路78の、後輪側保持バルブ82の上流側には、前輪側油圧通路90が連通している。前輪側油圧通路90には切替バルブ92が配設されている。切替バルブ92は常閉の電磁開閉バルブであり、ブレーキECU12からオン信号を付与されることにより開弁状態となる。前輪側油圧通路90の、切替バルブ92の下流側には、前輪側油圧通路90の内部の油圧、すなわち、前輪側ブレーキ油圧 $P_F$ を検出する油圧センサ91が配設されている。油圧センサ91の出力信号はブレーキECU12に供給されている。ブレーキECU12は油圧センサ91の出力信号に基づいて前輪側ブレーキ油圧 $P_F$ を検出する。

【0027】前輪側油圧通路90は、切替バルブ92の下流側において、左前輪のホイルシリンダ94へ至る左前輪油圧通路96、及び、右前輪のホイルシリンダ98へ至る右前輪油圧通路100に連通している。左前輪油圧通路96及び右前輪油圧通路100には、それぞれ、左前輪保持バルブ102及び右前輪保持バルブ104が配設されている。左前輪保持バルブ102及び右前輪保持バルブ104は、共に、常開の電磁開閉バルブであり、ブレーキECU12からオン信号を付与されることにより閉弁状態となる。

【0028】左前輪油圧通路96の左前輪保持バルブ102とホイルシリンダ94との間の部位、及び、右前輪油圧通路100の右前輪保持バルブ104とホイルシリンダ98との間の部位には、それぞれ、左前輪減圧通路106及び右前輪減圧通路108が連通している。左前輪減圧通路106及び右前輪減圧通路108は、共に、リザーバタンク50に連通している。左前輪減圧通路106及び右前輪減圧通路108には、それぞれ、左前輪減圧バルブ110及び右前輪減圧バルブ112が配設されている。左前輪減圧バルブ110及び右前輪減圧バルブ

ブ112は、共に、常閉の電磁開閉バルブであり、ブレーキECU12からオン信号を付与されることにより開弁状態となる。

【0029】マスタシリンダ34には、マスタ圧通路114が連通している。マスタ圧通路114には、マスタシリンダ圧 $P_{M/C}$ を検出する油圧センサ116が配設されている。油圧センサ116の出力信号はブレーキECU12に供給されている。ブレーキECU12は、油圧センサ116の出力信号に基づいてマスタシリンダ圧 $P_{M/C}$ を検出する。また、マスタ圧通路114には、スト

ロークシミュレータ118が配設されている。

【0030】マスタ圧通路114には、左前輪のホイルシリンダ94へ至る左前輪マスタ圧通路120、及び、右前輪のホイルシリンダ98へ至る右前輪マスタ圧通路122が連通している。左前輪マスタ圧通路120及び右前輪マスタ圧通路122には、それぞれ、切替バルブ124及び126が配設されている。切替バルブ124及び126は、共に、常開の電磁開閉バルブであり、ブレーキECU12からオン信号を付与されることにより閉弁状態となる。

【0031】本実施例において、システムに異常が生じていない正常時には、ブレーキペダル36が踏み込まれると同時に切替バルブ124及び126は共に閉弁状態とされる。このため、正常時は、マスタシリンダ34から流出するブレーキフルードがホイルシリンダ94、98へ流入することはない。この場合、ブレーキペダル36が踏み込まれることによりマスタシリンダ圧 $P_{M/C}$ が上昇すると、マスタシリンダ34内のブレーキフルードは上記ストロークシミュレータ118へ流入する。また、ブレーキペダル36の踏み込みが解除され、マスタシリンダ圧 $P_{M/C}$ が低下すると、ストロークシミュレータ118内のブレーキフルードはマスタシリンダ34へ流入する。従って、ストロークシミュレータ118によれば、切替バルブ124及び126が閉弁されている状況の下で、ブレーキペダル36に、ペダル踏力に応じたストロークを発生させることができる。

【0032】システムに異常が生じたことが検出された場合には、切替バルブ124及び126は共に開弁状態とされる。この場合、前輪側のホイルシリンダ94、98とマスタシリンダ34とが連通することで、ホイルシリンダ94、98の油圧がマスタシリンダ圧 $P_{M/C}$ を上限として昇圧されることが保証される。次に、油圧制御機構32の動作について説明する。油圧制御機構32において、ブレーキペダル36が踏み込まれ、かつ、何れの車輪にもロック傾向が生じていない通常ブレーキ時には、後輪側保持バルブ82、後輪側減圧バルブ88、左前輪保持バルブ102、右前輪保持バルブ104、左前輪減圧バルブ110、及び右前輪減圧バルブ112がオフ状態とされると共に、切替バルブ92、124、126がオン状態とされる。以下、この状態を通常ブレーキ

状態と称する。

【0033】通常ブレーキ状態においては、後輪側油圧通路78、前輪側油圧通路90、左前輪油圧通路96、及び右前輪油圧通路100が導通状態とされるため、主油圧通路78内の油圧、すなわち、後輪側ブレーキ油圧 $P_R$ は、前輪側のホイルシリンダ94、98に導かれると共に、プロポーショニングバルブ84を介して後輪側のホイルシリンダ74、76に導かれる。通常ブレーキ状態において、ブレーキECU12は、後輪側ブレーキ油圧 $P_R$ 及び前輪側ブレーキ油圧 $P_F$ が、要求制動力 $F_{REQ}$ と回生制動力 $F_G$ とに基づいて決定された油圧制動力 $F_L$ に相当する値となるように、増圧制御バルブ62及び減圧制御バルブ70に付与する駆動信号を制御する。

【0034】何れかの車輪にロック傾向が生じたことが検出されると、その車輪についてABS制御が開始される。例えば、左前輪 $F_L$ にロック傾向が生じたことが検出されると、左前輪 $F_L$ についてABS制御が開始される。左前輪 $F_L$ についてのABS制御は、通常ブレーキ状態において、左前輪保持バルブ102及び左前輪減圧バルブ110が開閉されることで実現される。

【0035】通常ブレーキ状態において、左前輪保持バルブ102が閉弁されると共に、左前輪減圧バルブ110が開弁されると、ホイルシリンダ94はリザーバタンク50と連通する。この場合、ブレーキフルードがホイルシリンダ94からリザーバタンク50へ流出することで、ホイルシリンダ94の油圧が速やかに減圧される。この状態を、以下、減圧モードと称する。

【0036】減圧モードによって、ホイルシリンダ94の油圧が減圧された状態で、左前輪保持バルブ102が開弁されると共に、左前輪減圧バルブ110が閉弁されると、ホイルシリンダ94は主油圧通路78と連通する。このため、ホイルシリンダ94の油圧は後輪側ブレーキ油圧 $P_R$ に向けて昇圧される。以下、この状態を、増圧モードと称する。

【0037】また、左前輪保持バルブ102及び左前輪減圧バルブ110が共に閉弁されると、ホイルシリンダ94は油圧アクチュエータ38から遮断される。このため、ホイルシリンダ94の油圧は保持される。この状態を、以下、保持モードと称する。左前輪 $F_L$ のABS制御は、車輪のスリップ率が所定のしきい値以下に保持されるように、上記減圧モード、増圧モード、及び保持モードが切り替えて形成されることにより実行される。また、右前輪 $F_R$ のABS制御についても同様に、右前輪保持バルブ104及び右前輪減圧バルブ112の開閉状態に応じて、減圧モード、増圧モード、及び保持モードが適宜切り替えて形成されることにより実現される。後輪側のABS制御は、後輪側保持バルブ82及び後輪側減圧バルブ88が切り替えられることにより、左右後輪 $R_L$ 、 $R_R$ について共通に実行される。

【0038】ところで、上述の如く、油圧制動力 $F_L$ は、キャリパ40、41のブレーキパッドがディスクロータ42、43に押圧されることにより発生される。ディスクロータ42、43とブレーキパッドとが押圧された状態で摺動すると、その摩擦エネルギーに起因する振動に伴ってブレーキ鳴きが発生することがある。ブレーキ鳴きの生じ易さは、ディスクロータ42、43の回転速度やブレーキパッドの摩擦状態等の条件によっても変化するが、主には、油圧制動力 $F_L$ の大きさに依存する。

【0039】すなわち、油圧制動力 $F_L$ が大きいほど、ディスクロータ42、43とブレーキパッドとの間の押圧力が大きくなることで、両者間に生ずる摩擦エネルギーが増加する。このため、油圧制動力 $F_L$ が大きいほど、ブレーキ鳴きは励起され易くなる。その一方、ディスクロータ42、43とブレーキパッドとの間に押圧力が作用すると、両者の振動が押さえ込まれることにより制振効果が生ずる。このため、油圧制動力 $F_L$ が大きいほど、かかる制振効果が増大することによって、ブレーキ鳴きの発生は抑制される。

【0040】図3には、油圧制動力 $F_L$ とブレーキ鳴きの発生頻度との関係を実線で、また、油圧制動力 $F_L$ と、摩擦エネルギーによるブレーキ鳴きの励起の度合い、及び、制振効果によるブレーキ鳴きの抑制の度合いとの関係を破線で、それぞれ示している。図3に破線で示す如く、油圧制動力 $F_L$ の増加に応じて、摩擦エネルギーの増加によりブレーキ鳴きは励起され易くなる一方、制振効果の増加によりブレーキ鳴きの発生が抑制される。このように、摩擦エネルギーの増加によるブレーキ鳴きの励起と、制振効果の増大によるブレーキ鳴きの抑制という相反する作用が重畳することで、図3に実線で示す如く、油圧制動力 $F_L$ の中間領域（図3に示す領域A；以下、鳴き発生領域と称する）において、ブレーキ鳴きの発生頻度が大きくなっている。

【0041】従って、ブレーキ鳴きが検出された場合に、油圧制動力 $F_L$ を増加あるいは減少させ、油圧制動力 $F_L$ を鳴き発生領域から外すことで、ブレーキ鳴きの発生を防止することができる。また、油圧制動力 $F_L$ を変化させると同時に、その変化が補償されるように回生制動力 $F_G$ を変化させることにより、総制動力 $F_{ALL}$ を一定に維持することができる。

【0042】この場合、油圧制動力 $F_L$ が小さい方が、ブレーキパッドの摩擦が小さくなるなど油圧制御機構38の耐久性を向上させ得る点で有利である。また、回生制動力 $F_G$ が大きい方が、大きな回生エネルギーを確保し得る点で有利である。従って、これらの観点からは、ブレーキ鳴きを防止するために、油圧制動力 $F_L$ を減少させると共に回生制動力 $F_G$ を増加させる方が望ましいといえる。

【0043】しかしながら、上述の如く、駆動・回生装

置14が発生し得る回生制動力 $F_G$ の上限は最大回生制動力 $F_{Gmax}$ により制限される。従って、ブレーキ鳴きが検知された際に、常に、油圧制動力 $F_L$ を減少させることとすると、その時点で最大回生制動力 $F_{Gmax}$ に近い回生制動力 $F_G$ が発生されている場合には、油圧制動力 $F_L$ の減少分だけ回生制動力 $F_G$ を増加させることができない。この場合、総制動力 $F_{ALL}$ を所要の大きさに確保することができなくなってしまう。

【0044】本実施例の制動力制御装置は、ブレーキ鳴きが検知された際に、その時点で発生されている回生制動力 $F_G$ の大きさに基づいて、油圧制動力 $F_L$ を増減させることで、所要の総制動力 $F_{ALL}$ を確保しつつ、ブレーキ鳴きの発生を防止し得る点に特徴を有している。なお、ブレーキ鳴きが発生するとキャリパ40、41には特定の周波数帯域の高周波振動が生ずる。そこで、本実施例において、キャリパ40、41に装着した加速度センサ44、45の出力信号をフィルター処理することによって上記周波数帯域の信号成分（以下、ブレーキ鳴き検知信号 $S$ と称する）を抽出し、このブレーキ鳴き検知信号 $S$ が所定のしきい値 $S_0$ を越えた場合に、ブレーキ鳴きが生じていると判断することとしている。

【0045】また、キャリパ40、41の振動は、ブレーキ鳴きの発生に先立って発生する。従って、ブレーキ鳴き検知信号 $S$ に関するしきい値 $S_0$ を適切に選定することにより、ブレーキ鳴きをその発生直前に予知することもできる。以下の記載において、ブレーキ鳴きを検知することには、ブレーキ鳴きをその発生直前に予知することが含まれるものとする。

【0046】図4は、本実施例の制動力制御装置における、ブレーキ鳴き検知信号 $S$ 、及び、回生制動力 $F_G$ と油圧制動力 $F_L$ との配分の時間変化を例示している。なお、図4には、回生制動力 $F_G$ と油圧制動力 $F_L$ との配分について、ブレーキ鳴きが検知された時点で最大回生制動力 $F_{Gmax}$ に近い回生制動力 $F_G$ が発生されている場合を実線で、また、最大回生制動力 $F_{Gmax}$ に比して十分に小さな回生制動力 $F_G$ が発生されている場合を破線で、それぞれ示している。

【0047】図4に示す如く、時刻 $t_1$ において、ブレーキ鳴き検知信号 $S$ がしきい値 $S_0$ を上回ることによって、ブレーキ鳴きが検知されている。時刻 $t_1$ において発生されている回生制動力 $F_G$ と最大回生制動力 $F_{Gmax}$ との差（以下、回生余裕 $F_{Gmargin}$ と称する）が所定値 $F_0$ 以上である場合（図4に破線で示す場合）には、時刻 $t_1$ 以後、油圧制動力 $F_L$ が減少されると共に、その減少分だけ回生制動力 $F_G$ が増加される。このため、総制動力 $F_{ALL}$ は時刻 $t_1$ 以降においても一定に保持される。

【0048】ここで、所定値 $F_0$ は、ブレーキ鳴きの発生を防止するために、すなわち、油圧制動力 $F_L$ を鳴き発生領域内から鳴き発生領域外へ変化させるために必要な油圧制動力 $F_L$ の減少幅に一致するように設定され



る。従って、回生余裕 $F_{Gmargin}$ が所定値 $F_0$ 以上であるならば、ブレーキ鳴きが停止するまで油圧制動力 $F_L$ を減少させても、その減少分だけ回生制動力 $F_G$ を増加させ得ることが保証される。

【0049】一方、時刻 $t_1$ において、回生余裕 $F_{Gmargin}$ が所定値 $F_0$ 未満である場合（図4に実線で示す場合）には、ブレーキ鳴きが停止するまで油圧制動力 $F_L$ を減少させると、回生制動力 $F_G$ を、油圧制動力 $F_L$ の減少分だけ増加させることができない可能性がある。そこで、この場合は、時刻 $t_1$ 以後、油圧制動力 $F_L$ が増加されると共に、その増加分だけ回生制動力 $F_G$ が減少されることで、総制動力 $F_{ALL}$ は時刻 $t_1$ 以降において一定に保持される。

【0050】時刻 $t_1$ において油圧制動力 $F_L$ が増加また減少され始めると、油圧制動力 $F_L$ が鳴き発生領域から外れてゆくことで、ブレーキ鳴き検知信号 $S$ は速やかに減少する。そして、時刻 $t_2$ において、ブレーキ鳴き検知信号 $S$ がしきい値 $S_1$ を下回ると、ブレーキ鳴きは停止したと判断される。このため、時刻 $t_2$ において、油圧制動力 $F_L$ 及び回生制動力 $F_G$ の変化は中止され、以後、両者は一定に保持される。

【0051】このように、ブレーキ鳴きが検知されると同時に油圧制動力 $F_L$ が増加又は減少されることでブレーキ鳴きは速やかに停止され、これにより、ブレーキ鳴きの発生は効果的に防止される。また、油圧制動力 $F_L$ の増加又は減少を補償するように、回生制動力 $F_G$ が変化されることで、総制動力 $F_{ALL}$ は一定に保持される。

【0052】上述の如く、本実施例においては、ブレーキ鳴きが検知された時点での回生余裕 $F_{Gmargin}$ と所定値 $F_0$ との大小関係に基づいて、油圧制動力 $F_L$ を増加させるか減少させるかが決定される。このため、回生余裕 $F_{Gmargin}$ が小さく、回生制動力 $F_G$ を十分に増加させることができない場合にも、油圧制動力 $F_L$ の変化を回生制動力 $F_G$ によって確実に補償することができる。従って、本実施例の制動力制御装置によれば、所要の総制動力 $F_{ALL}$ を確保しつつブレーキ鳴きの発生を防止することができる。

【0053】なお、回生制動力 $F_G$ は、摩擦力によって発生されるのではなく、電氣的に発生されるものである。従って、回生制動力 $F_G$ を変化させることに起因してブレーキ鳴きが発生することは起こり得ない。本実施例の制動力制御装置の上記機能はブレーキECU12が所定のルーチンを実行することにより実現される。以下、図5を参照して、本実施例においてブレーキECU12が実行するルーチンの内容を説明する。図5は、本実施例においてブレーキECU12が実行するルーチンのフローチャートである。なお、図5に示すルーチンは一定時間間隔で起動される定時割り込みルーチンである。

【0054】図5に示すルーチンが起動されると、先

ず、ステップ200の処理が実行される。ステップ200では、ブレーキ鳴き検知信号 $S$ がしきい値 $S_0$ に比して大きいかが判別される。その結果、 $S > S_0$ が不成立であれば、ブレーキ鳴きは発生していないと判断されて、再びステップ200の処理が実行される。一方、ステップ200において $S > S_0$ が成立するならば、次にステップ202の処理が実行される。

【0055】ステップ202では、現在発生されている回生制動力 $F_G$ と最大回生制動力 $F_{Gmax}$ との差（ $F_{Gmax} - F_G$ ）、すなわち、回生余裕 $F_{Gmargin}$ が演算される。ステップ202の処理が終了されると、次に、ステップ204において、回生余裕 $F_{Gmargin}$ が所定値 $F_0$ 未満であるかが判別される。その結果、 $F_{Gmargin} < F_0$ が成立するならば、ブレーキ鳴きが停止するまで油圧制動力 $F_L$ を減少させると、その減少分だけ回生制動力を増加することができない可能性があるとして判断される。この場合、次に、ステップ206において油圧制動力 $F_L$ が所定量増加され、続くステップ208において油圧制動力 $F_L$ の増加分だけ回生制動力 $F_G$ が減少される。ステップ208の処理が終了されると、次に、ステップ210において、ブレーキ鳴き検知信号 $S$ がしきい値 $S_1$ を下回ったかが判別される。その結果、 $S < S_1$ が不成立であるならば、ブレーキ鳴きは未だ停止していないと判断されて、以後、再びステップ206以降の処理が実行される。一方、ステップ208において $S < S_1$ が成立するならば、ブレーキ鳴きは停止したと判断されて今回のルーチンは終了される。従って、ステップ206での油圧制動力 $F_L$ を増加させる処理、及びステップ208での回生制動力 $F_G$ を減少させる処理は、ブレーキ鳴きが停止するまで繰り返し実行される。

【0056】一方、上記ステップ204において、 $F_{Gmargin} < F_0$ が不成立ならば、ブレーキ鳴きを防止するために油圧制動力 $F_L$ を減少させても、その減少分だけ回生制動力を増加することができると判断される。この場合、次に、ステップ212において油圧制動力 $F_L$ が所定量減少され、続くステップ214において油圧制動力 $F_L$ の減少分だけ回生制動力 $F_G$ が増加される。ステップ214の処理が終了されると、次に、ステップ216において、ブレーキ鳴き検知信号 $S$ がしきい値 $S_1$ を下回ったかが判別される。その結果、 $S < S_1$ が不成立であるならば、ブレーキ鳴きは未だ停止していないと判断されて、以後再びステップ212以降の処理が実行される。一方、ステップ216において $S < S_1$ が成立するならば、ブレーキ鳴きは停止したと判断されて今回のルーチンは終了される。従って、ステップ212での油圧制動力 $F_L$ を減少させる処理、及びステップ214での回生制動力 $F_G$ を増加させる処理は、ブレーキ鳴きが停止するまで繰り返し実行される。

【0057】なお、上記実施例においては、加速度センサ44、45の出力信号に基づいて、ブレーキ鳴きを検

知することとしたが、本発明はこれに限定されるものではなく、油圧制動力 $F_L$ が鳴き発生領域内にあるか否かに基づいて、ブレーキ鳴きを検知することとしてもよい。すなわち、上述の如く、ブレーキ鳴きは油圧制動力 $F_L$ が鳴き発生領域内にある場合に発生すると考えられるため、キャリバ40、41の振動を検出することなく、油圧制動力 $F_L$ に基づいてブレーキ鳴きの発生を推定することともできる。

【0058】また、上記実施例において、非駆動輪である後輪RL、RRについては回生制動力を発生することができない。しかしながら、後輪RL、RRにブレーキ鳴きが生じた場合にも、回生余裕 $F_{Gmargin}$ と所定値 $F_0$ との大小関係に応じて後輪RL、RRの油圧制動力 $F_L$ を増加又は減少させると共に、前後輪の荷重配分を考慮した上で、後輪RL、RR側の油圧制動力 $F_L$ の変化を補償するように前輪FL、FR側の回生制動力 $F_G$ を変化させることで、車両全体の制動力を確保しつつ、ブレーキ鳴きの発生を防止することができる。

【0059】なお、上記実施例においては、油圧制御機構32が上記した油圧制動手段に、駆動・回生装置14が上記した回生制動手段に、また、ブレーキECU12が図5に示すルーチンのステップ200を実行することにより上記したブレーキ鳴き検知手段が、ステップ202を実行することにより回生余裕算出手段が、ステップ204乃至216を実行することにより上記したブレーキ鳴き防止手段が、それぞれ実現されている。

【0060】

【発明の効果】上述の如く、本発明によれば、ブレーキ鳴きを防止するための油圧制動力の変化を、回生制動力の変化によって確実に補償することができる。従って、本発明に係る制動力制御装置によれば、所要の総制動力を確保しつつ、ブレーキ鳴きの発生を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である制動力制御装置のシステム構成図である。

【図2】本実施例の油圧制御機構のシステム構成図である。

【図3】油圧制動力 $F_L$ に対するブレーキ鳴き発生頻度の関係を、摩擦エネルギーによるブレーキ鳴きの励起の度合い、及び、制振効果によるブレーキ鳴きの抑制の度合いと共に示す図である。

【図4】ブレーキ鳴き検知信号、及び、油圧制動力 $F_L$ と回生制動力 $F_G$ との配分の時間変化を例示する図である。

【図5】本実施例においてブレーキECUが実行するルーチンのフローチャートである。

【符号の説明】

12 ブレーキECU

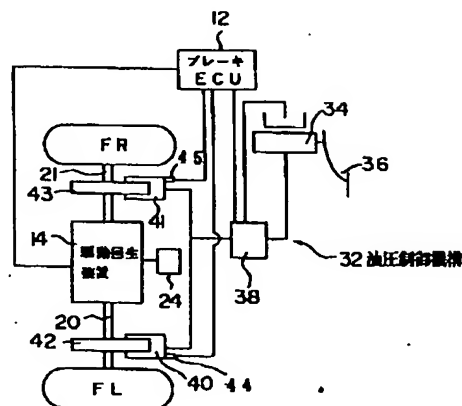
14 駆動・回生装置

32 油圧発生機構

40、41 キャリバ

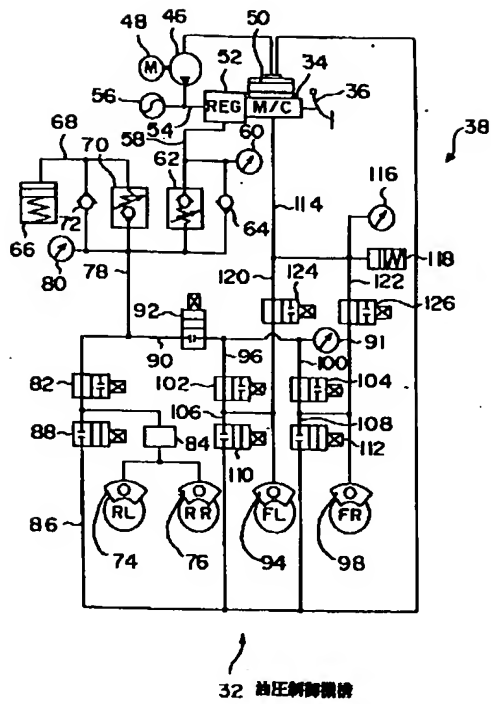
44、45 加速度センサ

【図1】

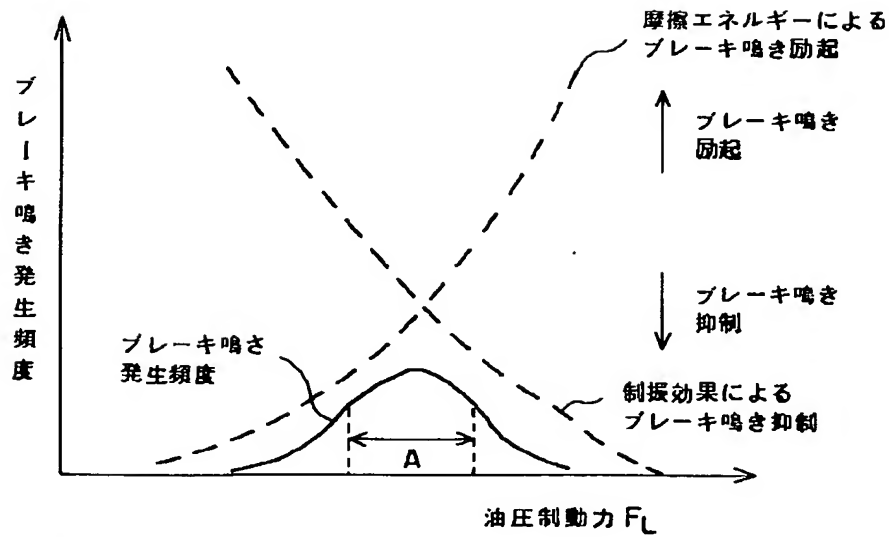




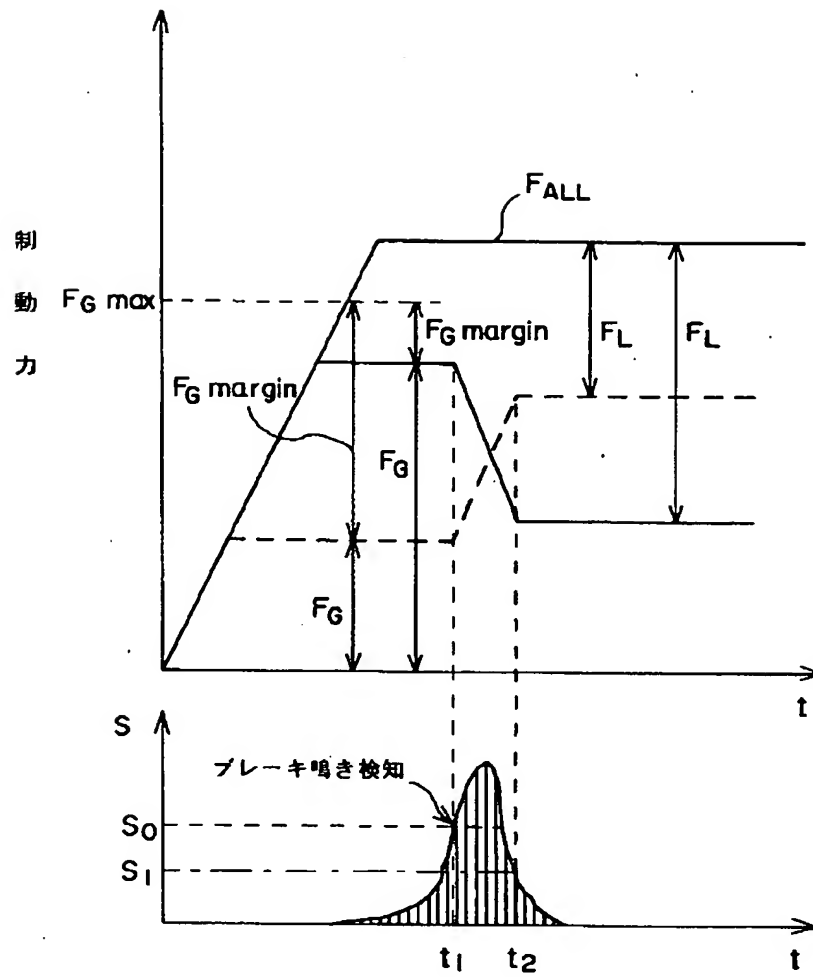
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

